

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USE)

BUNDE REPUBLIK DEUTSCHLAND**09/869937**

PRIORITY DOCUMENT
 SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
 COMPLIANCE WITH
 RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 09 MAR 2000	
WIPO	PCT

Bescheinigung

DE 00 / 11
 EU

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Erfassung von Zielobjekten und zur Bestimmung deren Richtung, Entfernung, Geschwindigkeit und dergleichen für ein Radargerät sowie ein Radargerät zur Anwendung in Kraftfahrzeugen"

am 7. Januar 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol G 01 S 13/04 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 9. Februar 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Hebinger



Aktenzeichen: 199 00 328.9

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung von Ziel-
objekten und zur Bestimmung deren Richtung, Entfernung, Ge-
5 schwindigkeit und dergleichen für ein Radargerät sowie ein
Radargerät zur Anwendung in Kraftfahrzeugen.

Wie beispielsweise durch die EP 0 727 051 B1 belegt wird, ist
die Radartechnik auch für die Anwendung in der Automobil-
10 Industrie insofern wichtig geworden, als Sicherheitsstandards
eines Kraftfahrzeuges im Zuge der immer größer werdenden Ver-
kehrsdichte ständig angepaßt werden müssen. Hierfür wurden
Radargeräte konzipiert, die stehende sowie auch relativ zu
einem KFZ sich bewegende Zielobjekte berührungslos erfassen
15 sollen, um deren Entfernung, Geschwindigkeit, Beschaffenheit,
Anwesenheit, Richtung, etc. zu bestimmen. Die hierfür verwen-
deten Radargeräte basieren im wesentlichen auf zwei Haupt-
Verfahrenstechniken der Radartechnik, die unter den Namen
„Simultaneous Lobing“ und „Sequential Lobing“ bekannt sind.

20

Unter „Simultaneous Lobing“ versteht man eine Monopulsradar-
Technik. Die zur Realisierung dieser Technik herangezogenen
Radargeräte, die diese Technik benutzen, enthalten eine Sen-
de- und Empfangseinrichtung mit typisch 2 (eindimensional)
5 oder 4 (zweidimensional) Erfassungsbereichen, die sich teil-
weise überlappen und die gleichzeitig ausgewertet werden. Auf
diese Weise soll durch Intensitätsvergleich eine genaue Mes-
sung des Positionswinkels des Zielobjektes bezüglich der Ra-
dargeräteachse ermöglicht werden. Eine Winkelauflösung ist
30 nicht realisierbar, d. h., zwei oder mehrere Objekte in glei-
chem Abstand können als solche nicht getrennt voneinander
aufgelöst werden, da statt der mindestens zwei Objekte nur
ein einziges erfaßt wird und ferner diesem ein falscher Posi-
tionswinkel zugeordnet wird.

35

Unter der Radartechnik „Sequential Lobing“ versteht man das Erzeugen mehrerer Strahlen mit unterschiedlichen Strahlfeldern und deren zeitversetzte Aktivierung und Auswertung. Die damit erreichte Winkelgenauigkeit genügt erhöhten Ansprüchen der Automobilanwendung an die genaue Messung des Positionswinkels des Zielobjektes nicht. Dies liegt vor allem daran, daß bei diesem Verfahren in erheblichem Umfang auftretende Fluktuationsfehler die Messung des Positionswinkels sehr stark beeinflussen, so daß die Messungen erheblichen Intensitätsschwankungen unterliegen. Dies kann unter anderem zu Fehlinterpretationen bei der Auswertung der Signale hinsichtlich der Positionswinkeländerung führen.

Daher ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren der genannten Art zu schaffen, das eine besonders hohe Genauigkeit der Positionswinkelmessung durch die Vermeidung von Fluktuationsfehlern beim Meßvorgang erreicht und trotzdem eine Auflösung mehrerer Objekte in gleichem Abstand bietet.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß in einem Radargerät mindestens drei Sende- und Empfangseinrichtungen für Radarstrahlen derart angeordnet werden, daß ihre Strahlfelder den Detektionsbereich des Radargerätes bilden, und die mindestens drei Sende- und Empfangseinrichtungen derart sukzessive aktiviert und deaktiviert werden, daß mindestens zwei benachbarte Sende- und Empfangseinrichtungen simultan betrieben werden. Insofern wird der gesamte Detektionsbereich des Radargerätes in dem erfindungsgemäßen Verfahren in mehrere Teilbereiche, hier Strahlfelder genannt, unterteilt, die paarweise oder auch zu mehreren einen Detektionsteilbereich bilden, der sukzessive den gesamten Detektionsbereich abtastet. Unter sukzessiver Aktivierung und Deaktivierung ist dabei zu verstehen, daß nicht alle Strahlfelder gleichzeitig aktiv sind. Die Anzahl der zu aktivierenden Sende- und Empfangseinrichtungen für einen Detektionsteilbereich kann sich auch während eines Scan-Vorganges ändern. Mit einem derartigen Verfahren werden

im Grundsatz die Vorteile der beiden bekannten Verfahren „Simultaneous Lobing“ und „Sequential Lobing“ derart in einem Verfahren oder in einer Gerätebauform vereint, daß sogar die spezifischen Nachteile der jeweiligen bekannten Verfahren kompensiert werden.

Eine Präzisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird im Anspruch 2 vorgenommen. Hierbei soll ein kleiner, lediglich zwei Sende- und Empfangseinrichtungen umfassender Detektionsteilbereich geschaffen werden, der eine genaue und schrittweise Abtastung des gesamten Detektionsbereiches des Radargerätes effektiv gewährleistet.

Die Weiterbildung nach Anspruch 3 sieht eine genaue Abfolge eines den gesamten Detektionsbereich umfassenden Radar-Scans vor. Diese Abfolge besteht im wesentlichen aus einer Überlappung von nacheinander aktivierten Detektionsteilbereichen um mindestens ein Strahlfeld einer Sende- und Empfangseinrichtung. Dies bedeutet, daß beispielsweise nach der Deaktivierung eines Paares von Sende- und Empfangseinrichtungen ein neues Paar zur Aktivierung derart bestimmt wird, daß einerseits die zum gerade deaktivierten Paar benachbarte Sende- und Empfangseinrichtung aktiviert und andererseits die zur letzteren benachbarte, gerade deaktivierte Sende- und Empfangseinrichtung reaktiviert werden.

Die Ansprüche 4 bis 6 geben an, wie und nach welchen Verfahren die durch das erfindungsgemäße Verfahren erzeugten Echo-Signale bevorzugterweise ausgewertet werden.

Ein Radargerät, das entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet, ist den Ansprüchen 7 bis 14 entnehmbar. Im wesentlichen ist gemäß Anspruch 8 eine bevorzugte Ausführungsform des Radargerätes hinsichtlich der Anzahl der anzuordnenden Sende- und Empfangseinrichtungen und der zu aktivierenden Sende- und Empfangseinrichtungen beim Scan-Vorgang

vorgesehen. In den Ansprüchen 9 bis 11 wird dargelegt, wie die Strahlungsfelder der Sende- und Empfangseinrichtungen zueinander angeordnet sind, um eine effektive Erfassung beim Scannen des gesamten Detektionsbereiches des Radargerätes zu verwirklichen. In den Ansprüchen 12 bis 14 werden Bauteile des Radargerätes und deren Funktionsweise derart bestimmt, daß eine effektive Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens in dem Radargerät gewährleistet wird.

10 Weitere Vorteile, Einzelheiten und Merkmale der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung entnehmbar, in der ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert wird. Es zeigen:

15 Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines PKW, der ein erfindungsgemäßes Radargerät aufweist;

Fig. 2 eine schematisierte Darstellung des Radargerätes mit seinen einzelnen Strahlungsfeldern; und

20

Fig. 3 ein Blockschaltbild eines Radargerätes.

Radargeräte, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren funktionieren, werden insbesondere in Kraftfahrzeugen eingesetzt, um beispielsweise die Entfernung zu anderen Kraftfahrzeugen ständig zu ermitteln. In Fig. 1 ist ein PKW 1 gezeigt, der in seinem vorderen Bereich 2 mittig ein in der Karosserie untergebrachtes, in Fig. 1 nicht dargestelltes Radargerät aufweist. Dieses Radargerät umfaßt fünf Sende- und Empfangseinrichtungen, die jeweils auf bekannte Weise Radarstrahlen aussenden. Jedem dieser Strahlen der Sende- und Empfangseinrichtung ist ein bestimmter Scanbereich zugeordnet, der in Fig. 1 als ein Strahlungsfeld a, b, c, d oder e erkennbar ist. Jedes dieser Strahlungsfelder a, b, c, d, e weist eine sich kegelförmig von dem Radargerät ausdehnende Form auf und überlappt das je-

weilige benachbarte Strahlungsfeld. Insoweit ist die Darstellung in Fig. 1 mit sich berührenden Strahlungsfeldern lediglich modellhaft zu verstehen.

5 Das Radargerät verfährt erfindungsgemäß so, daß sukzessive ein Paar von Sende- und Empfangseinrichtungen simultan aktiviert wird, währenddessen die restlichen drei Sende- und Empfangseinrichtungen deaktiviert sind. In dem in Fig. 1 gezeigten Augenblick des Scan-Vorganges sind diejenigen Sende- und
10 Empfangseinrichtungen mit den Strahlungsfeldern b und c aktiviert und diejenigen Sende- und Empfangseinrichtungen mit den Strahlungsfeldern a, d und e deaktiviert.

In Fig. 2 ist die Strahlungsfeldanordnung des Radargerätes 3 explizit dargestellt. Die gleichgroß dimensionierten Strahlungsfelder a, b, c, d, e sind derart angeordnet, daß sie ihr jeweilig benachbartes Strahlungsfeld überlappen. Der Überlappingsgrad der Strahlungsfelder a, b, c, d, e liegt bei annähernd der Hälfte der Breite eines Strahlungsfeldes. Der Detektionsbereich 4 wird
20 durch die beiden äußeren Strahlungsfelder a und e begrenzt und weist eine sich von dem Radargerät 3 in der Detektionsebene divergent ausdehnende Form auf.

Um eine besonders zuverlässige Erfassung des Detektionsbereiches 4 zu erreichen, funktioniert das Radargerät 3 erfindungsgemäß vorzugsweise entsprechend der Ablauffolge nach der folgenden Tabelle 1.

30

35

	Strahl- paar a/b	Strahl- paar b/c	Strahl- paar c/d	Strahl- paar d/e
Sender + Empfänger A	ein	aus	aus	aus
Sender + Empfänger B	ein	ein	aus	aus
Sender + Empfänger C	aus	ein	ein	aus
Sender + Empfänger D	aus	aus	ein	ein
Sender + Empfänger E	aus	aus	aus	ein
ZF-Ausgang I	Strahl a	Strahl b	Strahl c	Strahl d
ZF-Ausgang II	Strahl b	Strahl c	Strahl d	Strahl e

Tabelle 1

5 Hieraus ist ersichtlich, daß die Sende- und Empfangseinrichtungen A, B, C, D und E jeweils paarweise aktiviert werden, und somit vier unterschiedliche Strahlungsfeldpaare a/b, b/c, c/d, d/e erzeugt werden. Es handelt sich also um ein ständiges Ein- und Ausschalten von Sende- und Empfangseinrichtungs-

10 paaren. Auf diese Weise ist eine besonders hohe Genauigkeit des Positionswinkels eines Zielobjektes erreichbar, da einerseits mehrere, hier fünf, Strahlungsfelder verwendet werden und andererseits durch das Aktivieren von Strahlpaaren die Winkelmeßfehler durch Signalfluktuation vermieden werden.

15 Ein Scanvorgang des Detektionsbereiches 4 besteht darin, Sende- und Empfangseinrichtungspaare sukzessive von links nach rechts oder von rechts nach links (vgl. Fig. 1) zu aktivieren. Bei diesem Ablauf wird nach der Deaktivierung beispielsweise eines Strahlpaares b/c das neue Sende- und Empfangseinrichtungspaar c/d und danach das Sende- und Empfangseinrichtungspaar d/e usw. aktiviert. Auf diese Weise wird ein Scan-

20 Vorgang realisiert, der durch das erneute Aktivieren einer deaktivierten Sende- und Empfangseinrichtung eine weitere

25 überlappende Detektionseigenschaft aufweist.

Das Radargerät 3, das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren funktioniert, wird in Fig. 4 dargestellt. Es umfaßt einen

spannungsgesteuerten Oszillator 5, der eine Arbeitsfrequenz in einem für PKW-Anwendungen üblichen Band in einem Bereich von 76 bis 77 GHz erzeugt. Hierfür sind insbesondere Gunn-dioden oder HEMT geeignet. Die Arbeitsfrequenz wird einem Verteiler 6 zugeleitet, der die jeweiligen Sende- und Empfangseinrichtungen A, B, C, D und E mit den Radarsignalen versorgt. Die Verteilung kann z. B. durch passive Teiler oder entsprechende HF-Schalter realisiert werden. Die Sende- und Empfangseinrichtungen A bis E sind jeweils mit einer Antenne 7 für die Strahlungsfelder a bis e verbunden. Die Sende- und Empfangseinrichtungen A bis E umfassen jeweils einen Steuerleitungseingang 8 und einen ZF-Signalausgang 9. Die Steuerleitungseingänge 8 sind mit einer Schalteinrichtung 10 verbunden, der von einer nicht dargestellten Steuereinheit geregelt wird. Die vorstehenden Komponenten können beispielsweise mit Hilfe eines Mikroprozessors realisiert werden. Soll nun beispielsweise während eines Scanvorganges die Sende- und Empfangseinrichtungen B und C aktiviert werden, wird der Schalter 10 so geschaltet, daß ein Signal über die entsprechenden Steuerleitungen 11 den Steuerleitungseingängen 8 der Sende- und Empfangseinrichtungen B und C zugeführt wird. Dieses Signal aktiviert die beiden ausgewählten Sende- und Empfangseinrichtungen B und C. Empfangene Echosignale werden über die ZF-Signalausgänge 9 der Sende- und Empfangseinrichtungen B und C dem Schalter 10 als Zwischenfrequenzsignal (ZF-Signal) via ZF-Signalleitungen 12 zugeführt. Diese Signale werden über ZF-Ausgänge I, II der Steuereinheit zu deren Auswertung weitergeleitet. Welches Echosignal während des Ablaufes des Verfahrens vom Schalter 10 der Steuereinrichtung über die ZF-Ausgänge I, II zugeführt wird, kann aus den beiden letzten Zeilen der Tabelle 1 entnommen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung von Zielobjekten und zur Bestimmung deren Richtung, Entfernung, Geschwindigkeit u. dgl. für ein Radargerät (3) insbesondere zur Anwendung in Kraftfahrzeugen mit folgenden Verfahrensschritten:
- Anordnen von mindestens drei Sende- und Empfangseinrichtungen (A, B, C, D, E) für Radarstrahlen derart, daß ihre Strahlungsfelder (a, b, c, d, e) den Detektionsbereich (4) des Radargerätes (3) bilden, und
 - sukzessives Aktivieren und Deaktivieren der mindestens drei Sende- und Empfangseinrichtungen (A, B, C, D, E) derart, daß mindestens zwei benachbarte Sende- und Empfangseinrichtungen simultan betrieben werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß genau ein Paar benachbarter Sende- und Empfangseinrichtungen (A, B, C, D, E) simultan aktiviert wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß für das Aktivieren der mindestens zwei Sende- und Empfangseinrichtungen (A, B, C, D, E) mindestens eine der gerade desaktivierten Sende- und Empfangseinrichtungen (A, B, C, D, E) wieder aktiviert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Echosignale der Sende- und Empfangseinrichtungen (A, B, C, D, E) individuell insbesondere nach Entfernung, Geschwindigkeit und Intensität ausgewertet werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Echosignale nach dem Monopulsverfahren ausgewertet werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß durch einen Vergleich der Intensi-

täten der mindestens zwei Sende- und Empfangseinrichtungen (A, B, C, D, E) der Positionswinkel des Zielobjektes relativ zum Radargerät (3) bestimmt wird.

5

7. Radargerät zur Anwendung in Kraftfahrzeugen (1) umfassend:

- einen hochfrequenten, spannungsgesteuerten Oszillator (5), insbesondere einen Mikrowellen- oder mm-Wellen-Oszillator,
- mindestens drei Sende- und Empfangseinrichtungen (A, B, C, D, E), denen jeweils ein Strahlungsfeld (a, b, c, d, e) zugeordnet ist, und
- eine Steuereinheit, die sukzessive mindestens zwei benachbarte Sende- und Empfangseinrichtungen (A, B, C, D, E) simultan aktiviert und deaktiviert.

10

15

8. Radargerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß es fünf Sende- und Empfangseinrichtungen (A, B, C, D, E) aufweist, die paarweise durch die Steuereinheit sukzessive aktiviert und deaktiviert sind.

20

9. Radargerät nach einem Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Strahlungsfelder (a, b, c, d, e) zweier benachbarter Sende- und Empfangseinrichtungen (A, B, C, D, E) partiell überlappen.

25

10. Radargerät nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß es nach dem FMCW-Radarprinzip arbeitet.

Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zur Erfassung von Zielobjekten und Bestimmung deren Richtung, Entfernung, Geschwindigkeit und dergleichen für ein Radargerät ist vorgesehen, daß mindestens drei Sende- und Empfangseinrichtungen für Radarstrahlen derart angeordnet werden, daß ihre Strahlfelder (a, b, c, d, e) den Detektionsbereich des Radargerätes bilden und die mindestens drei Sende- und Empfangseinrichtungen derart sukzessive aktiviert und deaktiviert werden, daß mindestens zwei benachbarte Sende- und Empfangseinrichtungen simultan aktiviert werden.

15 Figur 1

Fig. 1

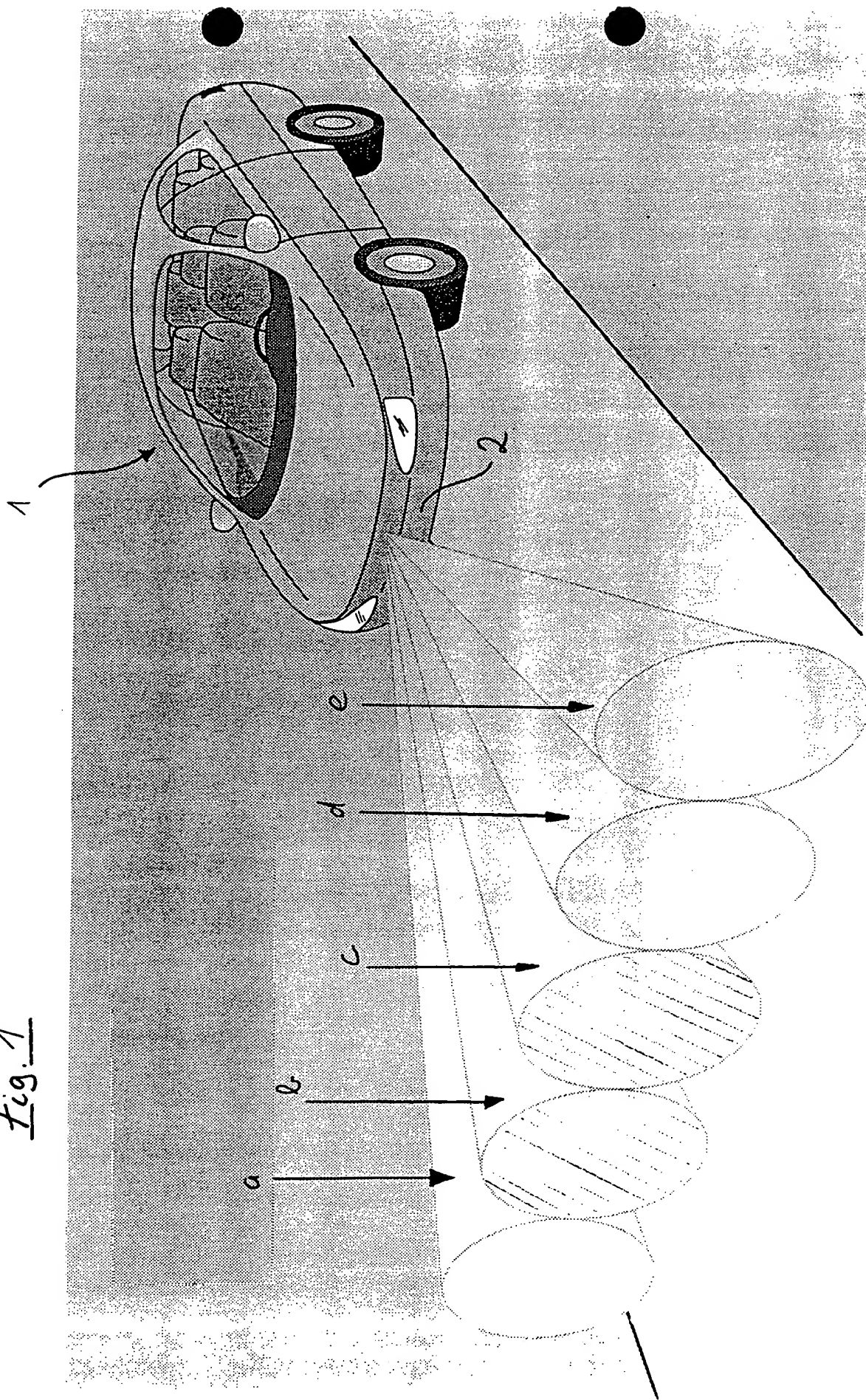


Fig. 2

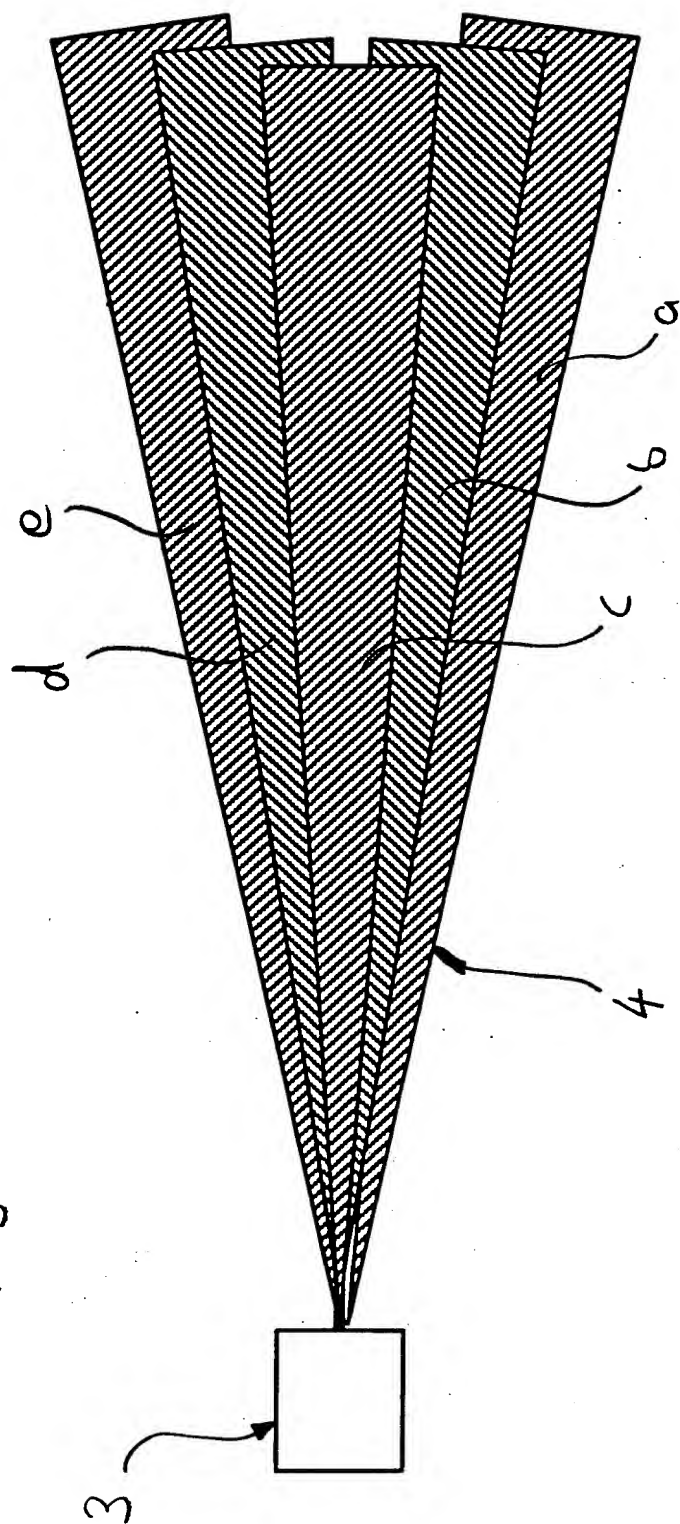
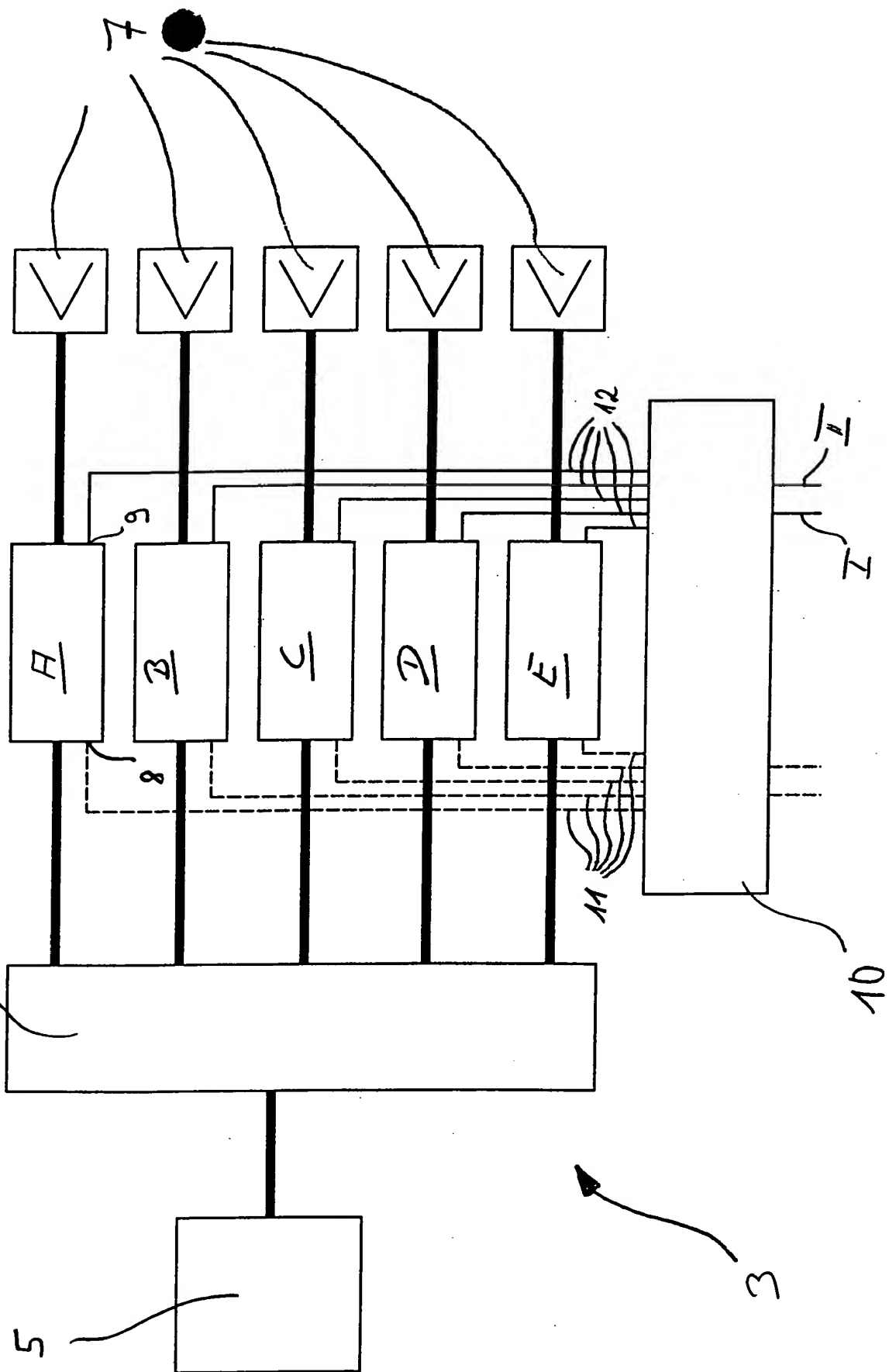


Fig. 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)